

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-198672

(43)Date of publication of application : 01.08.1995

(51)Int.Cl.

G01N 27/41

(21)Application number : 05-351185

(71)Applicant : RIKEN CORP

(22)Date of filing : 28.12.1993

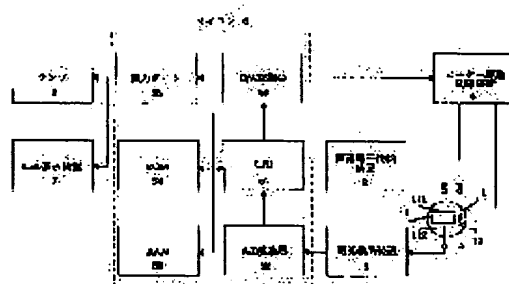
(72)Inventor : TAKAHASHI KAZUHIRO

(54) LIFE DIAGNOSTIC DEVICE FOR OXYGEN SENSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a life diagnostic device capable of judging the life of sensor without lowering the performance of an oxygen sensor element and without obstructing the continuous operation of an oxygen meter, etc.

CONSTITUTION: A life diagnostic device for self-heating, limit current type oxygen sensor is provided with (a) a heater control means to switch over the temperatures of the oxygen sensor to normal operating temperatures and diagnostic operating temperatures, (b) a means to switch over the operating temperatures of the oxygen sensor from normal operating temperatures to the diagnostic operating temperatures when the output value X of the oxygen sensor detected at the normal operating temperatures is within a specified range continuously for a specified time, (c) a means to calculate the difference $Y-X$ between the output values Y and X of the oxygen sensor at the diagnostic operating temperatures, and (d) a life diagnostic means to diagnose that the oxygen sensor is exhausted when the value of difference $Y-X$ is over a specified limit.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-198672

(43) 公開日 平成7年(1995)8月1日

(51) Int.Cl.⁹
G 0 1 N 27/41

識別記号 庁内整理番号 F I

技術表示箇所

G 0 1 N 27/46 3 2 5 P

審査請求 未請求 請求項の数7 F D (全7頁)

(21) 出願番号 特願平5-351185
(22) 出願日 平成5年(1993)12月28日

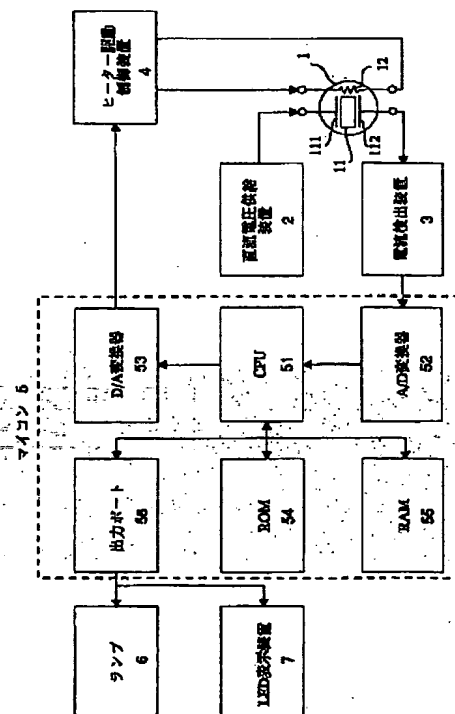
(71) 出願人 000139023
株式会社リケン
東京都千代田区九段北1丁目13番5号
(72) 発明者 高橋 一洋
埼玉県熊谷市末広四丁目14番1号 株式会
社リケン熊谷事業所内
(74) 代理人 弁理士 高石 橋馬

(54) 【発明の名称】 酸素センサの寿命診断装置

(57) 【要約】

【目的】 酸素センサ素子の性能を低下させることなく、酸素計等の連続運転を妨げずに、センサの寿命を判断できる装置を提供する。

【構成】 自己加熱型限界電流式酸素センサの寿命を診断する装置は (a) 酸素センサの温度を通常動作温度と診断動作温度に切り換えるヒーター制御手段と、(b) 前記通常動作温度で検出した酸素センサの出力値Xが所定時間連続して所定の範囲内にある場合に、前記酸素センサの動作温度を前記通常動作温度から前記診断動作温度に切り換える手段と、(c) 前記診断動作温度における酸素センサの出力値Yと前記出力値Xとの差 $|Y-X|$ を演算する手段と、(d) 前記差 $|Y-X|$ の値が所定値以上である場合に前記酸素センサが寿命であると診断する寿命診断手段とを具備する。



(2)

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 酸素イオン伝導性固体電解質からなり、ヒーターを具備する自己加熱型限界電流式酸素センサの寿命を診断する装置において、

(a) 前記酸素センサの温度を通常動作温度と、通常温度より高い診断動作温度に切り換えるヒーター制御手段と、

(b) 前記通常動作温度で検出した酸素センサの出力値Xが所定時間連続して所定の範囲内にある場合に、前記酸素センサの動作温度を前記通常動作温度から前記診断動作温度に切り換えるトリガ手段と、

(c) 前記診断動作温度における酸素センサの出力値Yと前記出力値Xとの差 $|Y-X|$ を演算する手段と、

(d) 前記差 $|Y-X|$ の値が所定値以上である場合に前記酸素センサが寿命であると診断する寿命診断手段とを具備することを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【請求項2】 請求項1に記載の酸素センサの寿命診断装置において、前記診断動作温度は前記通常動作温度より5～30℃高い温度であることを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【請求項3】 請求項1又は2に記載の酸素センサの寿命診断装置において、さらに前記酸素センサの動作温度を切り換える時に、動作温度の変化を1℃/秒以下に制御する手段を具備することを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【請求項4】 請求項1～3のいずれかに記載の酸素センサの寿命診断装置において、前記酸素センサの出力値X及びYを酸素濃度に換算する際に、動作温度による温度補正を行って、酸素濃度に換算する手段を具備することを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【請求項5】 請求項4に記載の酸素センサの寿命診断装置において、前記酸素センサが寿命であると診断した時に、酸素センサの動作温度を前記診断動作温度に保持し、もって酸素センサを延命させる手段を具備することを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【請求項6】 請求項1～5のいずれかに記載の酸素センサの寿命診断装置において、さらに前記酸素センサが寿命であると診断した時に、酸素センサの寿命を報知する手段を具備することを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【請求項7】 請求項1～6のいずれかに記載の酸素センサの寿命診断装置において、前記出力値Xと比較する前記所定の範囲は酸素濃度に換算して19.6%～20.5%O₂であり、前記所定の時間は1～60分であり、前記差 $|Y-X|$ と比較する前記所定値は酸素濃度に換算して0.1%～0.3%O₂であることを特徴とする酸素センサの寿命診断装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【産業上の利用分野】本発明は、酸素濃度モニタ装置等に用いられる自己加熱型限界電流式酸素センサの寿命を診断する装置に関し、詳しくは、センサの性能を低下させることなく、酸素濃度を連続測定できる酸素センサの寿命診断装置に関する。

【0002】

【従来の技術及び発明が解決しようとする課題】従来から、固体電解質による限界電流式酸素センサ（以下は酸素センサと呼ぶ）は、酸欠警報機や工業用の酸素計等を中心に使われている。しかし、この酸素センサの寿命はその周りの装置の寿命に比べて短く、また使用環境によっては寿命のばらつきがあるため、使用環境を考慮したセンサの定期交換が行われてきた。

【0003】このセンサの寿命は、固体電解質のイオン伝導度の低下や、電極能の低下によって生じるが、これは図8に示すように限界電流を与える電圧範囲の下限がセンサに印加している測定電圧にほぼ一致したときに達したと見られる。

【0004】このセンサの寿命を装置で診断する方法として、センサの初期出力特性で限界電流を与える電圧の範囲から2点の電圧を選んでそれらを交互に印加し、その2点の電圧での出力電流の差から劣化状態を診断する手法（特開昭60-218058号、特開平1-262460号）、センサの起動時の特性から診断する手法（特開昭61-212753号）、2つのセンサ又は1つのセンサに納められた2つの検知部から診断する手法（特開昭61-212753号、特開平4-264250号）などが知られている。

【0005】特開昭60-218058号及び特開平1-262460号で開示されている固定の2点の電圧の交互切り替え、または固定の2点間の掃引による出力電流の差から劣化状態を診断する手法では、出力電流のシェーディングの発生や出力電流の変動から、診断時に装置の本来の機能を停止させる必要があり、また出力電流差から判断するため2点間の電圧差をある程度大きく取る必要もあり、さらに本来の寿命より短い時間で寿命と診断されるという問題がある。

【0006】特開昭61-212753号で開示されているセンサの起動時の特性から診断する手法では、長期間連続作動させるものへの適用ができず、劣化程度が同じでも停止から再起動までの時間間隔により起動の特性が変化し、また温度の影響で起動特性が変化するという問題がある。

【0007】特開昭61-212753号で開示されている2つのセンサでの手法では、基準となる正常なセンサが必要となり、また過渡状態での診断となるため簡易にできないだけでなく、装置に組み込むこともできず、また診断時に装置の本来の機能を停止させる必要が生じるという問題がある。

【0008】特開平4-264250号で開示されてい

3

る1つのセンサに納められた2つの検知部から診断する手法では、寿命診断のために設けた検出部は、その目的から限界電流値を高くする必要が生じ、実質的な寿命がかなり短くなってしまうという問題がある。

【0009】したがって、本発明の目的は、上記問題を解決し、酸素センサ素子の性能を低下させることなく、また酸欠警報機や工業用の酸素計等において連続運転を妨げずに、センサの寿命を判断できる装置を提供することである。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記目的に鑑み鋭意研究の結果、本発明者は、酸素センサの出力値が動作温度の上昇により増大することに注目し、通常の動作温度における出力値と、通常動作温度より高い診断動作温度における出力値とを比較し、その差を求めれば、装置本来の機能を阻害することなくセンサの寿命を診断できることを発見し、本発明を完成させた。

【0011】すなわち、本発明の酸素イオン伝導性固体電解質からなり、ヒーターを具備する自己加熱型限界電流式酸素センサの寿命を診断する装置は、(a)前記酸素センサの温度を通常動作温度と、通常温度より高い診断動作温度に切り換えるヒーター制御手段と、(b)前記通常動作温度で検出した酸素センサの出力値Xが所定時間連続して所定の範囲内にある場合に、前記酸素センサの動作温度を前記通常動作温度から前記診断動作温度に切り換えるトリガ手段と、(c)前記診断動作温度における酸素センサの出力値Yと前記出力値Xとの差 $|Y-X|$ を演算する手段と、(d)前記差 $|Y-X|$ の値が所定値以上である場合に前記酸素センサが寿命であると診断する寿命診断手段とを具備することを特徴とする。

【0012】

【作用】上記構成によれば、本発明によるセンサの寿命診断装置は、以下のように作用する。

【0013】通常の場合では、センサの動作温度は、センサに形成されているヒーターと、ヒーター制御手段により通常動作温度に保持される。センサのセルには一定の直流電圧が印加されており、正常時には、酸素濃度に対応した限界電流がセンサの出力電流として得られる。

【0014】そのセンサの出力電流が、通常予期されている酸素濃度より約0.5%~1.0%低い酸素濃度を示す出力電流となり、その出力電流がある期間以上継続した場合、酸素センサが寿命になったことによるものと考えられるため、寿命診断を開始する。ヒーター制御手段によりセンサの動作温度を通常動作温度より高い診断動作温度に切り換え、動作温度が十分に安定した後、診断動作温度下におけるセンサの出力値を検出し、これと通常動作温度下のセンサ出力値との差を求め、差が所定範囲を越えた場合、センサが寿命であると判断する。

【0015】このように、センサの動作温度を変化させ

(3)

4

ることで寿命の診断を行うことにより、センサのセルに印加する電圧を変化させる必要がなくなり、センサの酸素濃度測定を妨げることなく寿命診断を行うことができる。また、酸素センサの出力電流を酸素濃度に換算する際に、動作温度による出力値の変化を補正することにより、常に正確な酸素濃度を表示することができる。さらに、寿命であると判断されたセンサの動作温度を診断動作温度に保持することにより、センサが交換されるまでの間も酸素濃度の測定を継続することができる。

10 【0016】

【実施例】本発明の一実施例による限界電流式酸素センサの寿命診断装置を図1の構成ブロック図を参照して説明する。本実施例の寿命診断装置では、直流電圧供給装置2がセンサ1のセル11の陽極111に接続し、電流検出装置3がセンサ1のセル11の陰極112に接続している。マイコン5はCPU51と、それに接続されたA/D変換器52、D/A変換器53、ROM54、RAM55及び出力ポート56からなる。A/D変換器52は電流検出装置3及びCPU51に接続し、ヒーター駆動制御装置4がセンサ1のヒーター12及びD/A変換器53に接続している。ランプ6及びLED表示装置7はマイコン5の出力ポート56に接続している。

【0017】マイコン5のD/A変換器53の出力電圧に従って、ヒーター駆動制御装置4を制御することにより、センサ1上のヒーター12に流れる電流を調節し、もってセンサの動作温度を制御する。図2はヒーター駆動制御装置4の一例を示す。D/A変換器53の出力電圧がまず電流バッファとしてボルテージフォロアで配線したオペアンプA1を通り、次にオペアンプA2、トランジスタTR1、TR2及び抵抗R3、R4、R5からなる回路により、ヒーター12に流れる電流をD/A変換器53の出力電圧に従って変化させる。これによりセンサ1の動作温度を所定値に調節できる。

【0018】本発明においては、酸素センサの動作を通常動作温度及び診断動作温度で行う。通常動作温度とは酸素濃度を検出するのに用いる通常状態における酸素センサの動作温度であり、一般に350℃~450℃である。また診断動作温度は通常動作温度より5~30℃高い温度である。酸素センサの寿命の為に、通常動作温度では正確な出力値が得られないような場合で、通常動作温度よりわずかに高い診断動作温度とすることにより、正確な出力値が得られるようになる。

【0019】酸素センサの動作温度を通常動作温度から診断動作温度に、又はその逆に切り換える時には、動作温度の変化を1℃/秒以下とするのが好ましい。動作温度の変化が1℃/秒を越えると、酸素センサの出力が大きく変動し、正確な酸素濃度測定ができなくなる。動作温度の変化速度はD/A変換器53の出力電圧の変化速度を調節することによって容易に制御できる。

50 【0020】直流電圧供給装置2によりセンサ1のセル

(4)

5

11に直流電圧を印加する。本実施例では、センサ1に1.4Vの直流電圧を印加するが、本発明はこれに限定されない。センサ1の出力する電流は、電流検出装置3により検出し、A/D変換器52を介してCPU51に入力される。図3には電流検出装置3の一例を示す。センサ1の出力電流は抵抗R6によって電圧値に変換され、オペアンプA3、可変抵抗VR1及び抵抗R7、R8からなる増幅回路により増幅された後、A/D変換器52に入力され、デジタル値に変換される。

【0021】CPU51では、ROM9に書き込まれているプログラムに従って、入力された酸素センサの出力値をRAM10に書き込んで、演算、比較等を行い、出力ポート56及びD/A変換器53を通じて外部機器の制御を行う。

【0022】CPU51に入力された酸素センサの出力値は、酸素濃度に換算される。前述したように酸素センサの動作温度が変動するため、本発明では動作温度の変動に伴う酸素センサ出力値の変動を補正する手段を有する。具体的には、通常動作温度及び診断動作温度における同一酸素濃度のガスに対する酸素センサの出力値の比が同じであるという特性を利用し、動作温度の補正係数を設ける。各温度における補正係数の値をあらかじめ求め、CPU51が取り込んだ出力値と補正係数から演算することにより酸素濃度を計算する。この酸素濃度の値は出力ポート56を通して、LED表示装置7に表示される。

【0023】ROM9に書き込まれている制御プログラムの主な動きを以下に説明する。まず、補正係数を通常動作温度に対応する値、本実施例では1にセットする。そして、診断フラグを通常測定状態を表す値、例えば0にする。次いで、酸素センサの出力値を入力し、酸素センサの出力値が所定の範囲内に安定しているか否かを判断する。

【0024】所定の範囲とは酸素センサが寿命となった時に出力すると予想される値の範囲である。具体的には、酸素センサが寿命となった時に、その出力値が低下するのが一般的である。そこで、被検ガスの通常酸素濃度より0.5%O₂～1.0%O₂程度低い出力値が一定の期間、例えば1分～60分間続いた場合、これを酸素センサの寿命診断開始のトリガとする。上記所定の範囲は被検ガスの酸素濃度によってあらかじめ任意に設定することができる。例えば、大気中の酸素濃度を測定対象である場合、この所定の範囲の下限は19.0～20.0%O₂（酸素濃度換算）とし、上限は20.0～20.8%O₂（酸素濃度換算）とするのが好ましい。

【0025】また、酸素センサの出力値が安定しているか否かを判断するためには、まず酸素センサの出力値と、一つ前の出力値（又は数個前の出力値）との差の絶対値を計算する。差の絶対値が一定の期間、例えば合計1分～60分間にわたって0.3%O₂以下（酸素濃度

6

換算）であれば、酸素センサの出力値が安定していると判断する。

【0026】酸素センサの寿命診断が開始すると、CPU51がD/A変換器4に診断動作温度にデータを送り、ヒーター駆動制御装置4を通じて酸素センサ1の動作温度を診断動作温度に切り換える。それにとまって、動作温度補正係数を診断動作温度に対応する値にし、診断フラグは寿命診断状態を示す値、本実施例では1にセットする。

10 【0027】動作温度を診断動作温度に切り換える直前の酸素センサの出力値をXとし、A/D変換器52より取り込み、RAM55に記憶する。そして、動作温度の切り換えが終了した直後の酸素センサの出力値をYとして記憶する。この動作温度切り換えの終了を判定する手段として、診断動作温度と通常動作温度の温度差及び切り換え速度から切り換え所要時間をあらかじめ計算し、マイコン5の内蔵時計と比較する手段、又は前記切り換え所要時間に相当するカウント数をカウントする手段が挙げられる。

20 【0028】得られたX、Yを用いて、式 $|Y-X|$ の値を演算し、値が所定値以上になった時に、酸素センサが寿命であると判断する。この所定値は0.1%O₂～0.3%O₂とするのが好ましい。ただし、X、Yは共に動作温度の補正係数を用いて計算した酸素濃度値である。所定値が0.1%O₂未満では、誤診断を招くおそれがある。酸素センサが寿命と判断されたときには、CPU51が出力ポート56に信号を出力する。この信号が出力ポート56を通じて、ランプ6を点灯させて、酸素センサが寿命になったことを報知する。

30 【0029】酸素センサが寿命ではないと判断されたときには、酸素センサの動作温度を通常動作温度に切り換え、補正係数を通常動作温度に対応する値にし、診断フラグを0にする。

【0030】本発明では、上述した装置で酸素センサの寿命を診断するが、さらに、以下の構成を上記装置に加えることができる。

40 【0031】酸素センサが寿命と判断されたときには、酸素センサの動作温度を診断動作温度とし、動作温度の補正係数を診断動作温度に対応する値のままにし、診断フラグを0にして、酸素濃度の測定を継続する。この手段によって、寿命と診断された後でも、センサが取り替えられるまでは診断動作温度で正確な酸素濃度測定を行うことができ、計測機能の中断が免れる。

50 【0032】また、より正確に寿命診断を行うために、前記式 $|Y-X|$ の値が所定値以上である場合、すぐに寿命と診断せずに、酸素センサの動作温度を通常動作温度に切り換えた後、酸素センサの出力値を入力してX'とし、式 $|Y-X'|$ の値を演算する。 $|Y-X'|$ の値が上記所定値以上になった時に、酸素センサが寿命であると判断する。この手段により、誤診断を避けること

(5)

7

ができ、より正確な寿命診断を行うことができる。

【0033】制御プログラムの動きをその一例である図4、5を参照して説明する。装置が起動されると、動作温度の補正係数を1にし、診断フラグを0にする（ステップ1）。D/A変換器53を介して、センサの動作温度を通常動作温度にセットする（ステップ2）。そして、センサ1の動作温度が安定になるまでステップ3を繰り返す。

【0034】センサ1の動作温度が安定すると、まずセンサの出力値を取り込み（ステップ4）、動作温度の補正係数等を用いて酸素濃度を計算し、LED表示装置7に表示させる（ステップ5）。なお、ステップ5では、上記以外にも酸素濃度警報などの公知機能を有することができる。次に診断フラグをチェックし、0でなければ診断ルーチンのステップ15に入り、0であれば、出力値の安定判断ルーチン（ステップ7から）に進む（ステップ6）。

【0035】出力値の安定判断ルーチンでは、まずセンサの出力値が所定の範囲内にあるかどうかを判断する（ステップ7）。出力値が所定の範囲に入っていなければ、カウントを0にし（ステップ14）、ステップ4に戻る。もし、出力値が所定の範囲内であれば、センサの出力値が安定しているか否かをチェックする（ステップ8）。センサの出力値を前回の出力値と比較し、その差の絶対値が0.3%O₂以下（酸素濃度換算）であれば、カウントに1を加え（ステップ9）、差の絶対値が0.3%O₂（酸素濃度換算）を越えれば、ステップ10に進む。

【0036】次いで、カウントの値と定数1とを比較する（ステップ8）。カウントが定数1未満であれば、ステップ4に戻る。一方、カウントが定数1以上であれば、センサの出力値をXとし（ステップ11）、動作温度の補正係数を診断動作温度に対応する値、本実施例では0.975にし、診断フラグを1にセットする（ステップ12）。そして、センサの動作温度を診断動作温度にセットして（ステップ13）、ステップ4に戻る。

【0037】診断フラグが1である場合、処理がステップ6から診断ルーチンに入る。まずカウントに1を加え（ステップ15）、カウントと定数2とを比較する（ステップ16）。カウントが定数2未満であれば、ステップ4に戻り、カウントが定数2以上であれば、酸素センサの出力値を取り込み、Yとする（ステップ17）。そして、式 $|Y-X|$ の値と所定値とを比較する（ステップ18）。式 $|Y-X|$ の値が所定値未満であれば、動作温度の補正係数を通常動作温度に対応する値である1に、診断フラグを0にセットし（ステップ21）、酸素センサの動作温度を動作動作温度として（ステップ22）、そしてカウントを0にセットして（ステップ23）、ステップ4に戻る。式 $|Y-X|$ の値が所定値以上であれば、酸素センサが寿命であると診断し、センサ

8

の寿命を報知するランプを点灯させ（ステップ19）、動作温度の補正係数を診断動作温度に対応する値である0.975にセットし、診断フラグを0にして（ステップ20）して、ステップ4に戻って、酸素濃度の測定を継続する。

【0038】上記制御プログラムにおいて、さらに公知の方法で各所定値の入力手段を有することができる。

【0039】上記構成によれば、本発明によるセンサの寿命診断装置は、酸素センサ1の動作温度を通常動作温度と診断動作温度の間で切り換え、両動作温度における酸素センサの出力の差と所定値とを比較することにより、酸素センサの本来の機能を阻害することなく、酸素濃度変化や装置の誤動作による誤診断を除外した酸素センサの真の寿命を診断できる。また、寿命と判断した酸素センサの動作温度を診断動作温度とすることにより、交換されるまでにセンサの延命を図ることができ、酸素濃度測定の中断を避けることができる。

【0040】実施例1

上記図1～5に示す装置を用い、限界電流式酸素センサの寿命診断を行った。基準電圧V1を1.4Vとした。通常動作温度は42.0℃とし、診断動作温度は通常動作温度に1.0℃を足した温度とした。通常動作温度の補正係数は1とし、診断動作温度の補正係数は0.975とした。図4におけるステップ10の定数1は300（5分間に相当する。）とし、また、図5のステップ16の定数2は60（1分間に相当する。）とした。ステップ18における所定値は酸素濃度に換算して0.2%O₂とした。

【0041】運転初期における酸素センサ1の通常及び診断動作温度の電圧－電流特性を図6に示し、寿命と判断されたときの電圧－電流特性を図7に示す。図6及び7からわかるように、本発明による寿命診断装置は、酸素センサ1の正確な寿命を判断できた。また、図7からわかるように、寿命と判断されたセンサでも、診断動作温度では、限界電流を与える電圧がまだ十分に低く、正確な酸素濃度測定を行うことができる。

【0042】以上、本発明を実施例を用いて説明したが、本発明はこの例に限らず、本発明の主旨を逸脱しないかぎり、種々の変更を行うことは可能である。

【0043】

【発明の効果】以上に説明したように、本発明の酸素センサの寿命診断装置を用いれば、センサの正確な寿命を判断でき、寿命診断が酸素濃度検出に与える影響が非常に小さく、無視できる程度になっている。また、寿命と判断されたセンサでも延命させることができる。従って、酸欠警報機や工業用酸素計の装置の主機能を停止させることなく、センサの寿命を正確に判断することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例による酸素センサの寿命診断

(6)

9

装置の構成を示すブロック図である。

【図2】本発明の一実施例によるヒーター駆動制御装置の構成を示す回路図である。

【図3】本発明の一実施例による電流検出装置の構成を示す回路図である。

【図4】本発明の一実施例による酸素センサの寿命診断装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図5】本発明の一実施例による酸素センサの寿命診断

10

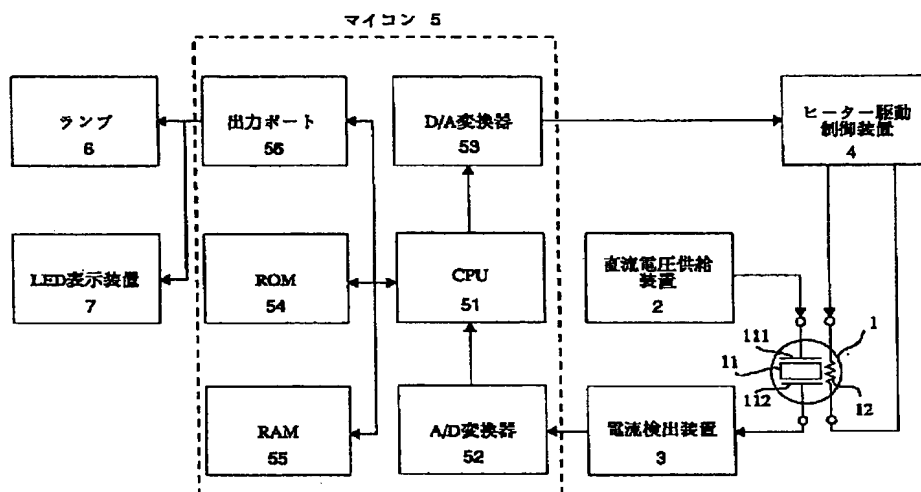
装置の処理の流れを示すフローチャートである。

【図6】本発明の一実施例におけるセンサの初期の電圧－電流特性を示すグラフである。

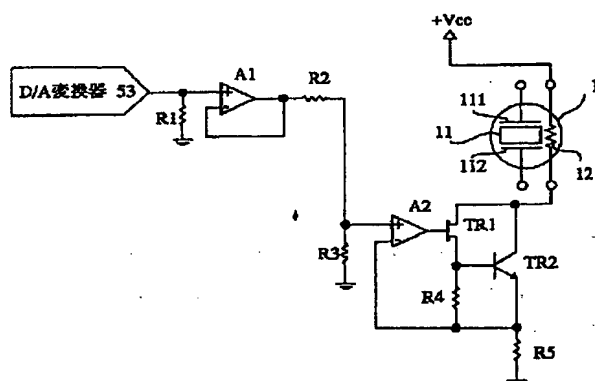
【図7】本発明の一実施例におけるセンサの寿命時の電圧－電流特性を示すグラフである。

【図8】本発明の酸素センサの寿命診断装置の対象となる限界電流式酸素センサの劣化特性を表す電圧－電流特性のグラフである。

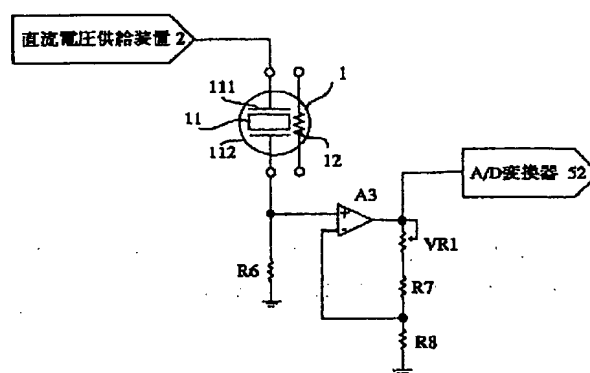
【図1】



【図2】

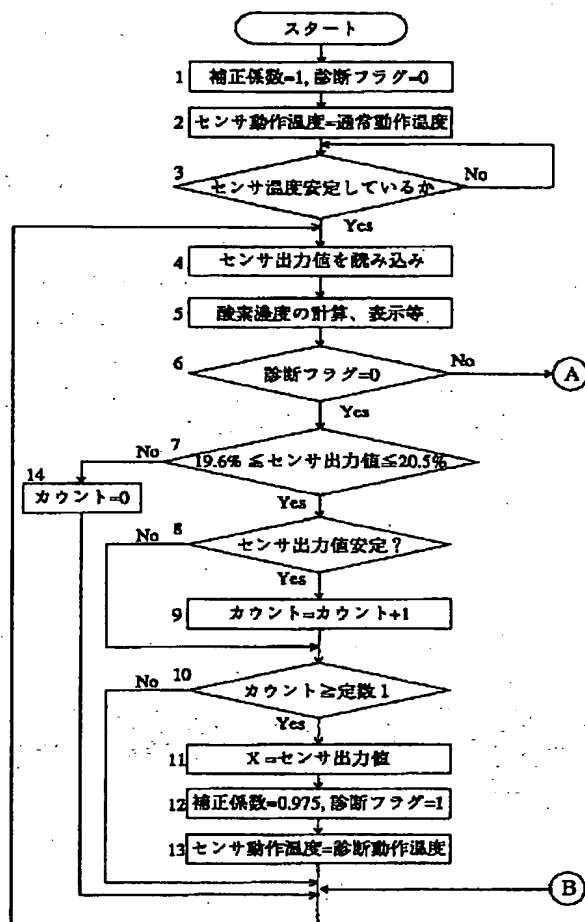


【図3】

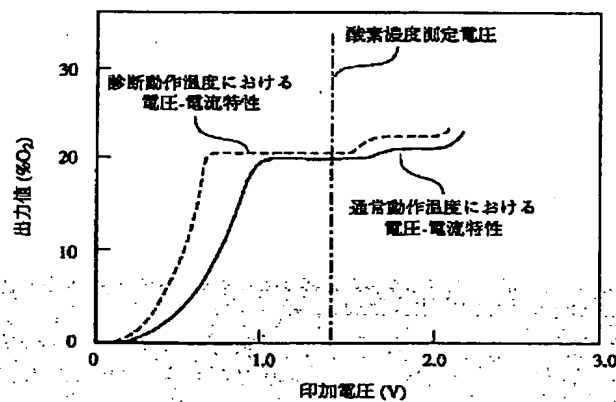


(7)

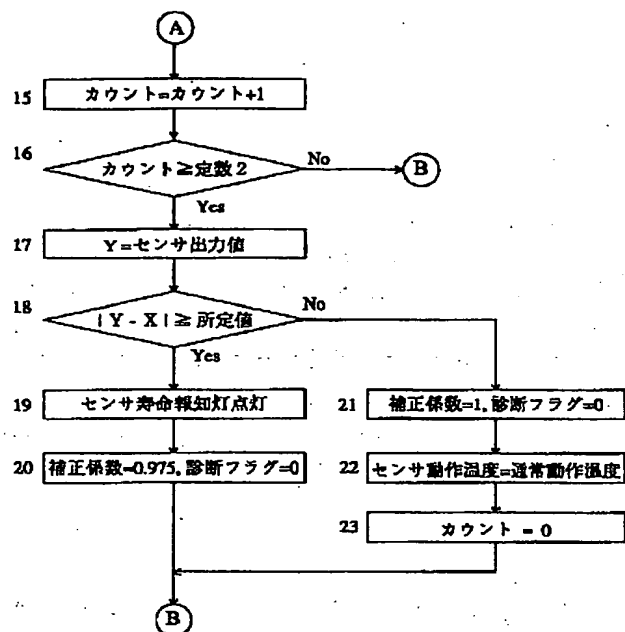
【図4】



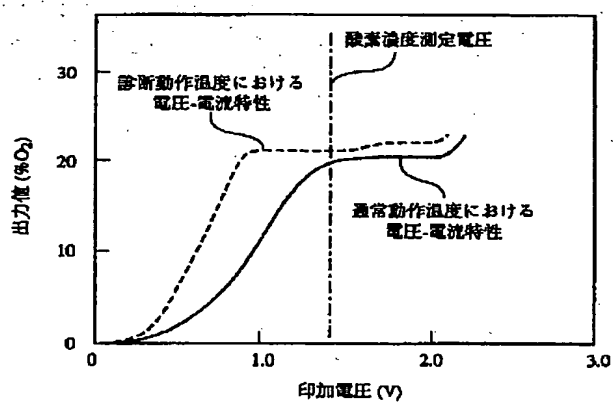
【図6】



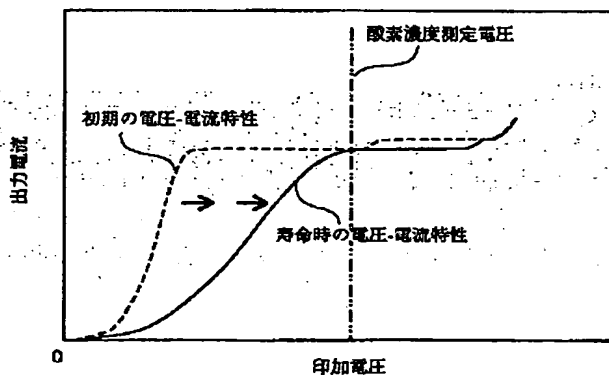
【図5】



【図7】



【図8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)